

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-223549

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.Cl.

H03G 3/10

H03F 3/34

(21)Application number : 2000-028532

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 07.02.2000

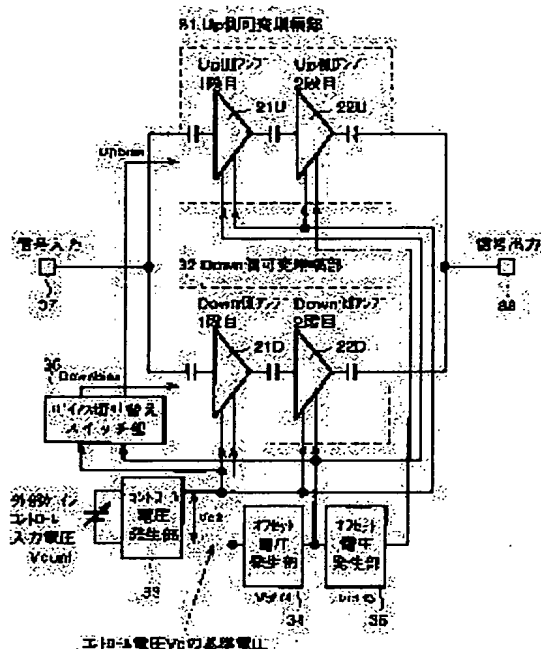
(72)Inventor : MATSUMOTO ISAO  
SAIJO KAZUYUKI

## (54) GAIN CONTROL CIRCUIT AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problem that current consumption becomes large since the current value of a constant current source is to be set large when the characteristics of low NF and high IIP3 are simultaneously to be satisfied in a gain variable amplifier.

**SOLUTION:** An up side variable amplification part 32 where gain variable amplifiers 21U and 22U are cascade-connected and a down side variable amplification part 32 where gain variable amplifiers 21D and 22D are cascade-connected are connected in parallel between an input terminal 37 and an output terminal 38. The peculiar point of the up side variable amplification part 31 and that of the down side variable amplification part 32 are overlapped and a bias change-over switch part 36 control a system so that paths (the path of the up side variable 32) where a signal passes are switched at the point.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-223549

(P 2001-223549A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001. 8. 17)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 3 G 3/10

H 0 3 G 3/10

A 5J091

H 0 3 F 3/34

H 0 3 F 3/34

A 5J100

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願2000-28532 (P2000-28532)

(22) 出願日 平成12年2月7日 (2000. 2. 7)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 松本 功

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー

株式会社内

(72) 発明者 西城 和幸

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー

株式会社内

(74) 代理人 100086298

弁理士 船橋 國則

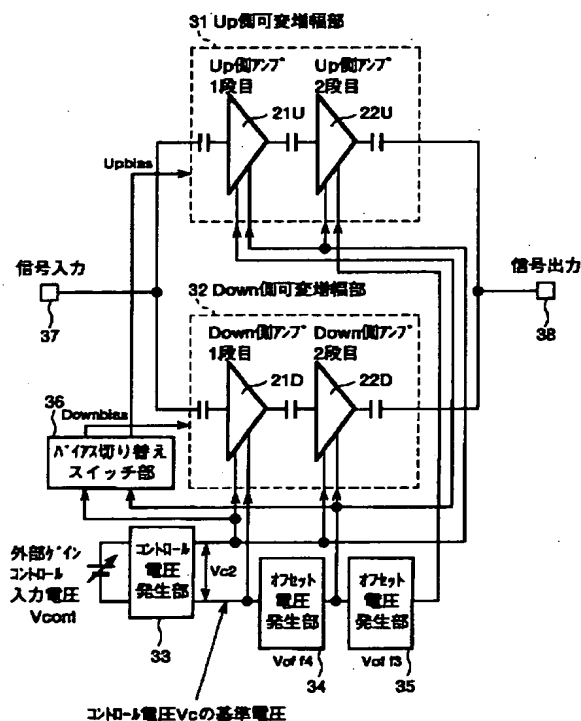
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 利得制御回路およびこれを用いた無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 ゲイン可変アンプにおいて、低NFと高IIP3の双方の特性を同時に満足しようとする、定電流源の電流値を大きく設定せざるを得ないため、消費電流が大きくなる。

【解決手段】 ゲイン可変アンプ21U、22Uが縦続接続されてなるUp側可変増幅部31と、ゲイン可変アンプ21D、22Dが縦続接続されてなるDown側可変増幅部32とを、入力端子37と出力端子38との間に並列に接続するとともに、Up側可変増幅部31の特異点とDown側可変増幅部32の特異点とを重ねて、このポイントで信号が通るパス(Up側可変増幅部31のパス/Down側可変増幅部32のパス)を切り替えるように、バイアス切り替えスイッチ部36で制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高ゲイン時に低雑音指数特性を示す第 1 の回路部と、低ゲイン時に高入力インターセプトポイント特性を示す第 2 の回路部とが入力端子と出力端子との間に並列に接続されてなるゲイン可変手段と、前記第 1 の回路部および前記第 2 の回路部の各特性を重ね合わせるためのオフセット電圧を発生するオフセット電圧発生手段と、ゲインに応じて前記ゲイン可変手段の信号経路を切り替える切り替え手段とを備えたことを特徴とする利得制御回路。

【請求項 2】 前記ゲイン可変手段における各回路部は、利得可変範囲が一定範囲に制限され、互いに縦続接続された複数段のゲイン可変アンプからなることを特徴とする請求項 1 記載の利得制御回路。

【請求項 3】 前記切り替え手段は、前記ゲイン可変手段の信号経路の切り替えを、前記ゲイン可変手段における各回路部の温度特性の特異点で行うことを特徴とする請求項 2 記載の利得制御回路。

【請求項 4】 前記オフセット電圧発生手段は、前記ゲイン可変手段における各回路部の温度特性の特異点に対応したオフセット電圧を発生することを特徴とする請求項 3 記載の利得制御回路。

【請求項 5】 送信系または受信系において I F 信号または R F 信号を増幅する増幅手段を有し、前記増幅手段は、高ゲイン時に低雑音指数特性を示す第 1 の回路部と、低ゲイン時に高入力インターセプトポイント特性を示す第 2 の回路部とが入力端子と出力端子との間に並列に接続されてなるゲイン可変手段と、前記第 1 の回路部および前記第 2 の回路部の各特性を重ね合わせるためのオフセット電圧を発生するオフセット電圧発生手段と、ゲインに応じて前記ゲイン可変手段の信号経路を切り替える切り替え手段とを有する利得制御回路からなることを特徴とする無線通信装置。

【請求項 6】 前記ゲイン可変手段における各回路部は、利得可変範囲が一定範囲に制限され、互いに縦続接続された複数段のゲイン可変アンプからなることを特徴とする請求項 5 記載の無線通信装置。

【請求項 7】 前記切り替え手段は、前記ゲイン可変手段の信号経路の切り替えを、前記ゲイン可変手段における各回路部の温度特性の特異点で行うことを特徴とする請求項 6 記載の無線通信装置。

【請求項 8】 前記オフセット電圧発生手段は、前記ゲイン可変手段における各回路部の温度特性の特異点に対応したオフセット電圧を発生することを特徴とする請求項 7 記載の無線通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、利得制御回路およびこれを用いた無線通信装置に関し、特に移動体通信シ

ステムなどの通信分野において、電力制御に用いて好適な利得制御回路およびこれを用いた無線通信装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】通信分野などにおいては、微弱なレベルから大振幅のレベルまでの信号を扱っている。したがって、広い利得可変幅を持つゲイン可変アンプが必要とされる。その際に、ゲイン可変アンプとして次の 2 つの特性が重要になってくる。すなわち、その 1 つとして、入力信号が小さいときには、ノイズが小さいこと。換言すれば、高ゲイン時に低 NF (noise figure ; 雑音指数) であること。2 つ目に、入力信号が大きいときには、入力によって出力が歪まないこと。換言すれば、低ゲイン時に高 IIP3 (入力インターセプトポイント) であること。

【0003】図 13 に、一般的なゲイン可変アンプの回路例を示す。同図において、本例に係るゲイン可変アンプ 100 は、差動増幅回路 101、2 つの電流分割回路 102、103、2 つの抵抗回路網 104、105、コントロール電圧 (Vc) 発生源 106 およびバイアス電圧 (Vb) 発生源 107 を有する構成となっている。

【0004】差動増幅回路 101 は、npn 型の差動対トランジスタ Q101、Q102 と、これら差動対トランジスタ Q101、Q102 の各エミッタ間に直列に接続されたエミッタ抵抗 R101、R102 と、これらエミッタ抵抗 R101、R102 の共通接続点とグランドとの間に接続された定電流源 I0 とによって構成されている。

【0005】一方の電流分割回路 102 は、各エミッタがトランジスタ Q101 のコレクタに共通に接続された npn 型の差動対トランジスタ Q103、Q104 によって構成されている。他方の電流分割回路 103 は、各エミッタがトランジスタ Q102 のコレクタに共通に接続された npn 型の差動対トランジスタ Q105、Q106 によって構成されている。

【0006】これら電流分割回路 102、103 において、トランジスタ Q103、Q105 の各ベースがコントロール電圧発生源 106 の正極側に共通に接続され、トランジスタ Q104、Q106 の各ベースがコントロール電圧発生源 106 の負極側に共通に接続されている。バイアス電圧発生源 107 は、コントロール電圧発生源 106 の負極側とグランドとの間に接続されている。

【0007】一方の抵抗回路網 104 は、差動対トランジスタ Q103、Q104 の各コレクタと電源 VCC との間に接続された抵抗 R103、R104 および差動対トランジスタ Q103、Q104 の各コレクタ間に接続された抵抗 R105 によって構成されている。

【0008】他方の抵抗回路網 105 は、差動対トランジスタ Q105、Q106 の各コレクタと電源 VCC と

の間に接続された抵抗 $R106$ 、 $R107$ および差動対トランジスタ $Q105$ 、 $Q106$ の各コレクタ間に接続された抵抗 $R108$ によって構成されている。

【0009】上記構成のゲイン可変アンプ100において、差動対トランジスタ $Q101$ 、 $Q102$ の各ベースが入力端子 $INX$ 、 $IN$ に接続され、これら入力端子 $INX$ 、 $IN$ 間に信号入力 $V_i$ が印加される。また、トランジスタ $Q103$ 、 $Q105$ の各コレクタが出力端子 $OUT$ 、 $OUTX$ に接続され、これら出力端子 $OUT$ 、 $OUTX$ 間から信号出力 $V_o$ が導出される。そして、コン

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記構成のゲイン可変アンプ100において、そのNFはエミッタ抵抗 $R101$ 、 $R102$ の各抵抗値を小さくすれば低くなる。また、エミッタ抵抗 $R101$ 、 $R102$ の各抵抗値を大きくするか、定電流源 $I_o$ の電流値を大きくすれば、入力

【0011】このことから明らかなように、エミッタ抵抗 $R101$ 、 $R102$ の各抵抗値について、NFと $IIP3$ の各特性は相反する設定条件となる。したがって、低NFと高 $IIP3$ の双方の特性を同時に満足しようとすると、定電流源 $I_o$ の電流値を大きく設定せざるを得なく、その結果、ゲイン可変アンプ100の消費電流は大きなものになってしまう。

【0012】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、低消費電流にて高ゲイン時の低NF特性と低ゲイン時の高 $IIP3$ 特性を両立可能な利得制御回路およびこれを用いた無線通信装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明による利得制御回路は、高ゲイン時に低NF特性を示す第1の回路部と、低ゲイン時に高 $IIP3$ 特性を示す第2の回路部とが入力端子と出力端子との間に並列に接続されてなるゲイン可変手段と、このゲイン可変手段における各回路部の特性を重ね合わせるためのオフセット電圧を発生するオフセット電圧手段と、ゲインに応じて上記ゲイン可変手段の信号経路を切り替える切り替え手段とを備えた構成となっている。そして、この利得制御回路は、携帯電話装置等の無線通信装置において、送信系または受信系の増幅手段として用いられる。

【0014】上記構成の利得制御回路およびこれを用いた無線通信装置において高ゲイン時に低NF特性を示す第1の回路部と、低ゲイン時に高 $IIP3$ 特性を示す第2の回路部とは、オフセット電圧発生手段からオフセット

電圧が与えられることで、各々の特性が重ね合わせられる。そして、切り替え手段は、ゲイン可変手段の信号経路、即ち信号が第1の回路部を通るパスと第2の回路部を通るパスとをゲインに応じて切り替える。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明の第1実施形態に係る利得制御回路の構成を示すブロック図である。図1において、第1実施形態に係る利得制御回路は、2つのゲイン可変アンプ11、12、コントロール電圧発生部13、2つのオフセット電圧発生部14、15およびバイアス切り替えスイッチ部16を有する構成となっている。

【0017】2つのゲイン可変アンプ11、12としては、例えば、図13に示す回路構成のものが用いられる。これらアンプ11、12の利得可変範囲は、最大利得 $MaxGain$ と最小利得 $MinGain$ によって一定範囲に制限されて有限な幅となっている。

【0018】そして、ゲイン可変アンプ11、12の各入力端はコンデンサ $C11$ 、 $C12$ を介して入力端子17に接続され、各出力端はコンデンサ $C13$ 、 $C14$ を介して出力端子18に接続されている。すなわち、ゲイン可変アンプ11、12は、入力端子11と出力端子18との間に並列に接続されている。

【0019】ゲイン可変アンプ11は、図2(a)に示すようなゲイン特性を持ち、低NFのアンプである。このゲイン可変アンプ11を、プラス利得を担うことからUp側アンプと称する。一方、ゲイン可変アンプ12は、図2(b)に示すようなゲイン特性を持ち、高 $IIP3$ のアンプである。このゲイン可変アンプ12を、マイナス利得を担うことからDown側アンプと称する。

【0020】コントロール電圧発生部13は、外部ゲインコントロール入力電圧 $V_{cont}$ に応じてコントロール電圧 $V_{c1}$ を発生する。このコントロール電圧発生部13から出力されるコントロール電圧 $V_{c1}$ は、Up側アンプ11およびDown側アンプ12に供給される。また、コントロール電圧 $V_{c1}$ の基準電圧は、Down側アンプ12およびオフセット電圧発生部14に供給される。

【0021】オフセット電圧発生部14は、図2(b)のゲイン特性に示すオフセット電圧 $V_{off1}$ を発生する。このオフセット電圧 $V_{off1}$ は、オフセット電圧発生部15およびバイアス切り替えスイッチ部16に供給される。オフセット電圧発生部15は、図2(a)のゲイン特性に示すオフセット電圧 $V_{off2}$ を発生する。このオフセット電圧 $V_{off2}$ は、Up側アンプ11に供給される。

【0022】バイアス電圧切り替え部16は、コントロール電圧 $V_{c1}$ が(基準電圧 $+V_{off1}$ )の電圧よりも小さい場合は、Down側アンプ12に対してバイア

スを供給しかつUp側アンプ11に対するバイアス供給を停止するようにし、またコントロール電圧Vc1が

(基準電圧+Voff1)の電圧以上の場合、Down側アンプ12に対するバイアス供給を停止しかつUp側アンプ11に対してバイアスを供給するようにバイアスの切り替えを行う。

【0023】次に、上記構成の第1実施形態に係る利得制御回路の回路動作について説明する。まず、コントロール電圧Vc1が(基準電圧+Voff1)の電圧よりも小さいときは、バイアス切り替えスイッチ部16がDown側アンプ12に対してのみバイアスを供給するため、Down側アンプ12のみが動作する。

【0024】コントロール電圧Vc1が(基準電圧+Voff1)の電圧に達したところで、バイアス切り替えスイッチ部16は、Down側アンプ12に対するバイアスの供給を停止し、Up側アンプ11に対してバイアスを供給する。これにより、Down側アンプ12の動作が止まり、Up側アンプ11が動き出す。

【0025】そして、コントロール電圧Vc1が(基準電圧+Voff1)の電圧よりも大きいときは、Up側アンプ11のみが動作する。その結果、利得制御回路全体としては、図2(c)のようなゲイン特性となる。

【0026】上述したように、利得がプラス利得の時とマイナス利得の時とで、信号が通るパス(Up側アンプ11のパス/Down側アンプ12のパス)を切り替えるようにしたことにより、Up側アンプ11およびDown側アンプ12として、図13に示す回路構成のゲイン可変アンプを用いた場合において、定電流源Ioの電流値を大きく設定しなくても、高ゲイン時にはNFを低くできるとともに、低ゲイン時には入力のダイナミックレンジを大きくできるため、消費電流を増やすことなく、高ゲイン時の低NF特性と低ゲイン時の高IIP3特性とを両立できることになる。

【0027】また、Up側アンプ11およびDown側アンプ12として、図13に示す回路構成のゲイン可変アンプを用いた場合において、定電流源Ioに絶対温度に比例した電流を流すことで、差動対トランジスタQ101、Q102の伝達コンダクタンスの温度特性によるアンプの利得変動を抑えることができる。

【0028】ところが、トランジスタQ103~Q106の温度特性によるコントロール電圧Vcに対する利得特性の傾きが変化するため、アンプ1段のゲイン特性には、図3(a)、(b)に示すように、温度によってゲインに変動が生じることになる。このため、全体のゲイン特性の温度特性も、図3(c)に示すように、ゲインに連続性を持たない特性となる懸念がある。

【0029】ところで、図3(a)、(b)に示すゲインカーブは、1つのアンプのゲインの真数(MaxGain+MinGain)/2の利得を示す点(センターゲイン)を中心としてほぼ対称な特性を示す。この特

性を利用して、ゲイン可変アンプを複数段縦続接続させかつ各段の動作範囲をオーバーラップさせることで、各段間で利得の過不足分を補い合わせ、全体としてのゲインカーブの直線性を改善するようにした利得制御回路が本出願人によって提案されている(特開平8-46463号公報参照)。

【0030】この先願に係る利得制御回路の具体的な構成について、図4を用いて簡単に説明する。図4において、第2実施形態に係る利得制御回路は、2つのゲイン可変アンプ21、22、コントロール電圧発生部23およびオフセット電圧発生部24を有する構成となっている。2つのゲイン可変アンプ21、22としては、例えば、図13に示す回路構成のものが用いられる。

【0031】これらアンプ21、22はコンデンサC22を介して縦続接続され、また1段目アンプ21の入力端がコンデンサC21を介して入力端子25に、2段目アンプ22の出力端がコンデンサC23を介して出力端子26にそれぞれ接続されている。1段目、2段目アンプ21、22は各々、図5(a)に示すゲイン特性を持っている。

【0032】コントロール電圧発生部23は、外部ゲインコントロール入力電圧Vcontに応じてコントロール電圧Vc2を発生する。このコントロール電圧発生部23から出力されるコントロール電圧Vc2は、ゲイン可変アンプ21、22の各々に供給される。また、コントロール電圧Vc2の基準電圧は、1段目アンプ21およびオフセット電圧発生部24に供給される。

【0033】オフセット電圧発生部24は、1段目アンプ21および2段目アンプ22の動作範囲をオーバーラップさせるために、図5(a)のゲイン特性に示すオフセット電圧Voff3を発生する。このオフセット電圧Voff3としては、 $V_t \cdot \ln(G)$ の電圧を与える。ここで、 $V_t$ はバイポーラトランジスタの閾値電圧であり、 $G$ は

$G = (\text{MaxGainの真数}) / (\text{MinGainの真数})$

である。このオフセット電圧Voff3は、2段目アンプ24に供給される。

【0034】上述したように、ゲイン可変アンプを例えば2段縦続接続させるとともに、2段目アンプ24に所定のオフセット電圧Voff3を与え、各段の動作範囲をオーバーラップさせることで、各段間で利得の過不足分を補い合わせることができるため、全体として、ゲイン特性の直線性を改善することができるのである。

【0035】ただし、ゲイン特性の直線性は良くなるが、温度に対して特性の傾きが異なることになる。このため、コントロール電圧発生部23において、外部ゲインコントロール入力電圧Vcontを内部コントロール電圧Vc2に変換する際に、温度特性を持つ項を付加してやるようにする。これにより、ゲイン特性の温度に対

する傾きの変動を抑えて、図5 (b) に示すような特性を得ることができる。

【0036】その際に、コントロール電圧 $V_{c2}$ と外部ゲインコントロール入力電圧 $V_{cont}$ との間に、次のような関係を持たせる。

$$V_{c2} = V_{cont} + \alpha (T - T_o)$$

ここで、 $T$ は温度、 $T_o$ は基準温度、 $\alpha$ は温度-電圧変換係数である。

【0037】図5 (b) には、ゲイン可変アンプを2段縦続接続し、ゲインの温度特性を補正した特性を示したが、こうすることで、ゲイン特性に温度によってゲインが変動しない特異点 $A_1$ 、 $A_2$ を設けることができる。このように、ゲイン可変アンプを複数段縦続接続し、ゲイン特性の直線性を改善する技術を、第1実施形態で説明したDown側アンプおよびUp側アンプにも適用することができる。

【0038】先ず、図4の構成をベースとして、第1実施形態で説明したIIP3特性重視のDown側アンプを2段縦続接続した構成を図6に示す。なお、図6において、図4と同等部分には同一符号を付して示している。Down側アンプ21D、22Dは、図7 (a) に示すゲイン特性を持っている。

【0039】ここで、オフセット電圧発生部24では、Down側アンプ21D、22Dの縦続接続によるゲイン可変幅に対応して温度特性調整用にオフセット電圧を設定し、オフセット電圧 $V_{off4}$ として2段目のDown側アンプ22Dに与えるようにする。これにより、Down用のゲイン特性は、図7 (b) のゲイン特性に示すようになり、温度によってゲインが変動しない特異点Down1、Down2を設けることができる。

【0040】次に、図4の構成をベースとして、第1実施形態で説明したNF特性重視のUp側アンプを2段縦続接続した構成を図8に示す。なお、図8において、図4と同等部分には同一符号を付して示している。Up側アンプ21U、22Uは、図9 (a) に示すゲイン特性を持っている。

【0041】また、2つのオフセット電圧発生部24-1、24-2を設け、オフセット電圧発生部24-1で発生するオフセット電圧 $V_{off4}$ を1段目のUp側アンプ21Uに与え、オフセット電圧発生部24-2で発生する温度特性調整用オフセット電圧 $V_{off3}$ を2段目のUp側アンプ22Uに与えるようにする。これにより、Up用のゲイン特性は、図9 (b) のゲイン特性に示すようになり、温度によってゲインが変動しない特異点Up1、Up2を設けることができる。

【0042】そして、図6の構成と図8の構成とを組み合わせたものが本発明の第2実施形態に係る利得制御回路である。図10は、本発明の第2実施形態に係る利得制御回路の構成を示すブロック図であり、図6及び図8と同等部分には同一符号を付して示している。

【0043】図10において、第2実施形態に係る利得制御回路は、Up側可変増幅部31、Down側可変増幅部32、コントロール電圧発生部33、2つのオフセット電圧発生部34、35およびバイアス切り替えスイッチ部36を有し、Up側可変増幅部31とDown側可変増幅部32とが入力端子37と出力端子38との間に並列に接続された構成となっている。

【0044】上記の構成において、Up側可変増幅部31としては、図8に示したように、例えば2段縦続接続されたゲイン可変アンプ21U、22Uが用いられ、Down側可変増幅部32としては、図6に示したように、例えば2段縦続接続されたゲイン可変アンプ21D、22Dが用いられる。Up側可変増幅部31は、図11 (a) に示すゲイン特性を持つ。このゲイン特性は、図9 (b) のゲイン特性に相当する。Down側可変増幅部32は、図11 (b) に示すゲイン特性を持つ。このゲイン特性は、図7 (b) のゲイン特性に相当する。

【0045】コントロール電圧発生部33は、外部ゲインコントロール入力電圧 $V_{cont}$ に応じてコントロール電圧 $V_{c2}$ を発生する。このコントロール電圧 $V_{c2}$ は、Up側可変増幅部31の1段目、2段目アンプ21U、22U、Down側可変増幅部32の1段目、2段目アンプ21D、22Dおよびバイアス切り替えスイッチ部36にそれぞれ供給される。

【0046】また、コントロール電圧 $V_{c2}$ の基準電圧は、Down側可変増幅部32の1段目アンプ21Dおよびオフセット電圧発生部34に供給される。オフセット電圧発生部34は、図6のオフセット電圧発生部24および図8のオフセット電圧発生部24-1に対応する。また、オフセット発生部35は、図8のオフセット電圧発生部24-2に対応する。

【0047】すなわち、オフセット電圧発生部34は、図11 (a)、(b) の各ゲイン特性に示すオフセット電圧 $V_{off4}$ を発生する。このオフセット電圧 $V_{off4}$ は、Up側可変増幅部31の1段目アンプ21U、Down側可変増幅部32の2段目アンプ22Dおよびバイアス切り替えスイッチ部36にそれぞれ供給される。オフセット電圧発生部35は、図11 (a) のゲイン特性に示すオフセット電圧 $V_{off3}$ を発生する。このオフセット電圧 $V_{off3}$ は、Up側可変増幅部31の2段目アンプ22Uに供給される。

【0048】バイアス電圧切り替え部36は、コントロール電圧 $V_{c2}$ が(基準電圧+ $V_{off4}$ )の電圧よりも小さい場合には、Down側可変増幅部32に対してバイアスを供給しかつUp側可変増幅部31に対するバイアス供給を停止するようにし、またコントロール電圧 $V_{c2}$ が(基準電圧+ $V_{off4}$ )の電圧以上の場合には、Down側可変増幅部32に対するバイアス供給を停止しかつUp側可変増幅部31に対してバイアスを供

給するようにバイアスの切り替えを行う。

【0049】すなわち、バイアス切り替えスイッチ部36は、その入力基準電圧として、オフセット電圧 $V_{off4}$ 分だけずれたところからとり、Up側可変増幅部31のゲイン特性(図9(b)を参照)における特異点Up2とDown側可変増幅部32のゲイン特性(図7(b)を参照)における特異点Down1とを重ね、このポイントでパスを切り替えるように制御する。

【0050】次に、上記構成の第2実施形態に係る利得制御回路の回路動作について説明する。まず、コントロール電圧 $V_c2$ が(基準電圧+ $V_{off4}$ )の電圧よりも小さいときは、バイアス切り替えスイッチ部36がDown側可変増幅部32に対してのみバイアスを供給するため、Down側可変増幅部32のみが動作する。

【0051】すなわち、コントロール電圧 $V_c2$ がDown側可変増幅部32の特異点Down1およびUp側可変増幅部31の特異点Up2に達するまでは、Down側可変増幅部32のみが動作する。このDown側可変増幅部32は、先述したように、IIP3特性を重視した動作を行う。

【0052】コントロール電圧 $V_c2$ が(基準電圧+ $V_{off4}$ )の電圧に達したところで、バイアス切り替えスイッチ部36は、Down側可変増幅部32に対するバイアスの供給を停止し、Up側可変増幅部31に対してバイアスを供給する。これにより、Down側可変増幅部32の動作が止まり、Up側可変増幅部31が動き出す。

【0053】そして、コントロール電圧 $V_c2$ が(基準電圧+ $V_{off4}$ )の電圧よりも大きいときは、Up側可変増幅部31のみが動作する。すなわち、コントロール電圧 $V_c2$ がDown側可変増幅部32の特異点Down1およびUp側可変増幅部31の特異点Up2を超えると、Up側可変増幅部31のみが動作する。このUp側可変増幅部31は、先述したように、NF特性を重視した動作を行う。

【0054】上述したように、ゲイン可変アンプが多段縦続接続されてなるUp側可変増幅部31と、同様にゲイン可変アンプが多段縦続接続されてなるDown側可変増幅部32とを並列に設けるとともに、Up側可変増幅部31の特異点Up2とDown側可変増幅部32の特異点Down1とを重ねて、このポイントで信号が通るパス(Up側可変増幅部31のパス/Down側可変増幅部32のパス)を切り替えるようにしたことで、図11(c)に示すように、ゲインカーブの直線性に優れたゲイン特性が得られる。

【0055】しかも、Up側可変増幅部31の設定が低NF特性となっており、Down側可変増幅部32の設定が高IIP3特性となっていることから、利得制御回路全体として、ゲイン特性の直線性に優れ、低消費電流にて高ゲイン時の低NF特性と低ゲイン時の高IIP3

特性の双方を満足できる利得制御回路を実現できることになる。

【0056】なお、上記各実施形態において、バイアス切り替えスイッチ部16、36として、外部ゲインコントロール入力電圧 $V_{cont}$ の安定度が悪いときのためと、当該切り替えスイッチ部16、36の切り替えゲインが低いと切り替えが瞬時に行われなく、信号が出力されなくなるために、切り替えゲインを高くすることを目的としてヒステリシスを持つ構成のものを用いることも可能である。

【0057】また、上記各実施形態では、信号が通るパスを2系統とし、また第2実施形態では、ゲイン可変アンプを縦続接続する段数を2段としたが、これらに限定されるものではなく、信号が通るパスや縦続接続段数をさらに増やした構成とすることも可能である。

【0058】以上説明した第1、第2実施形態に係る利得制御回路は、例えばCDMA方式携帯電話装置のRFフロントエンド部における各部のアンプを構成するのに用いられる。図12は、CDMA方式携帯電話装置におけるRFフロントエンド部の構成の一例を示すブロック図である。

【0059】図12において、アンテナ41で受信された受信波は、送信/受信に共用される帯域振分けフィルタ42を通過し、低ノイズアンプ43を介してミキサ44に供給される。ミキサ44では、局部発振器45からの局部発振周波数と混合され、中間周波(IF)に変換される。そして、AGCアンプ46にて信号レベルが一定にされた後、後段のベースバンドIC47に供給される。

【0060】一方、送信側では、前段のベースバンドIC47から供給されるIF信号がAGCアンプ48で増幅された後ミキサ49に供給され、ここで局部発振器50からの局部発振周波数と混合されてRF信号に変換される。そして、このRF信号は、パワーアンプ51および帯域振分けフィルタ42を経てアンテナ41から送信される。

【0061】上記構成のCDMA方式携帯電話装置のRFフロントエンド部において、受信系のRF信号を増幅する低ノイズアンプ43や、IF信号を増幅するAGCアンプ46、あるいは送信系のIF信号を増幅するAGCアンプ48や、RF信号を増幅するパワーアンプ51として、先述した第1、第2実施形態に係る利得制御回路が用いられる。

【0062】このように、CDMA方式携帯電話装置の受信系、あるいは送信系において、低ノイズアンプ43、AGCアンプ46、48、あるいはパワーアンプ51として、本発明の第1、第2実施形態に係る利得制御回路を用いることにより、当該利得制御回路は低消費電流にて高ゲイン時の低NF特性と低ゲイン時の高IIP3特性とを両立できるため、携帯電話装置自体の低消費



電流化に寄与できることになる。

【0063】なお、上記適用例では、CDMA方式携帯電話装置に適用した場合を例にとって説明したが、本発明はこの適用例に限定されるものではなく、無線通信装置全般に適用することが可能である。

#### 【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高ゲイン時に低NF特性を示す回路部と、低ゲイン時に高IIP3特性を示す回路部とを入力端子と出力端子との間に並列に接続するとともに各回路部の特性を重ね合わせ、ゲインに応じて信号が通るパスを切り替える構成としたことにより、各回路部を構成するゲイン可変アンプの定電流源の電流値を大きく設定しなくても、高ゲイン時にはNFを低くできるとともに、低ゲイン時には入力のダイナミックレンジを大きくできるため、消費電流を増やすことなく、高ゲイン時の低NF特性と低ゲイン時の高IIP3特性とを両立できることになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る利得制御回路の構成を示すブロック図である。

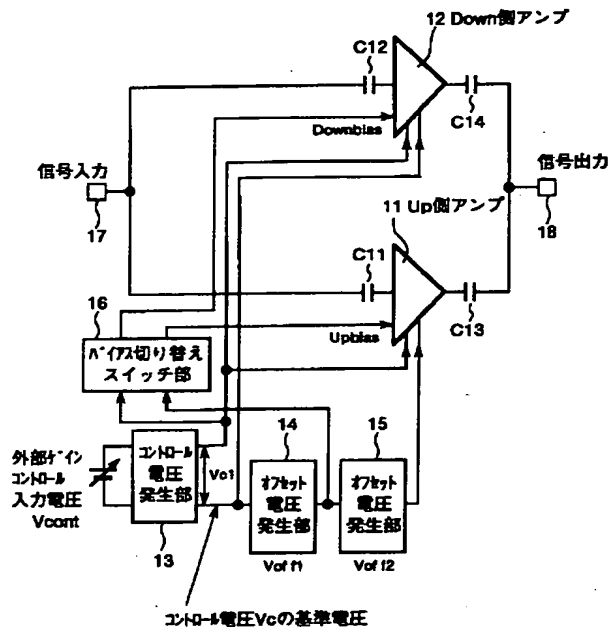
【図2】第1実施形態に係る利得制御回路のゲイン特性を示す図である。

【図3】第1実施形態に係る利得制御回路のゲイン特性の温度特性を図である。

【図4】先願に係る利得制御回路の構成を示すブロック図である。

【図5】先願に係る利得制御回路のゲイン特性を示す図

【図1】



である。

【図6】Down側アンプに適用された利得制御回路の構成を示すブロック図である。

【図7】Down側アンプに適用された利得制御回路のゲイン特性を示す図である。

【図8】Up側アンプに適用された利得制御回路の構成を示すブロック図である。

【図9】Up側アンプに適用された利得制御回路のゲイン特性を示す図である。

10 【図10】本発明の第2実施形態に係る利得制御回路の構成を示すブロック図である。

【図11】第2実施形態に係る利得制御回路のゲイン特性を示す図である。

【図12】CDMA方式携帯電話装置におけるRFフロントエンド部の構成の一例を示すブロック図である。

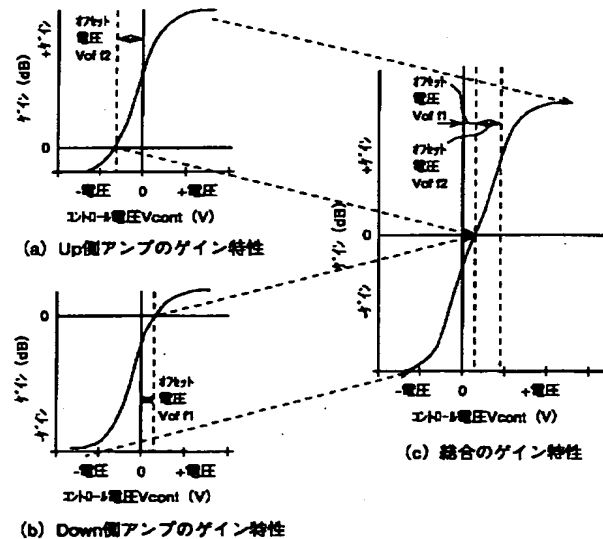
【図13】一般的なゲイン可変アンプの回路例を示す回路図である。

【図14】一般的なゲイン可変アンプのゲイン特性を示す図である。

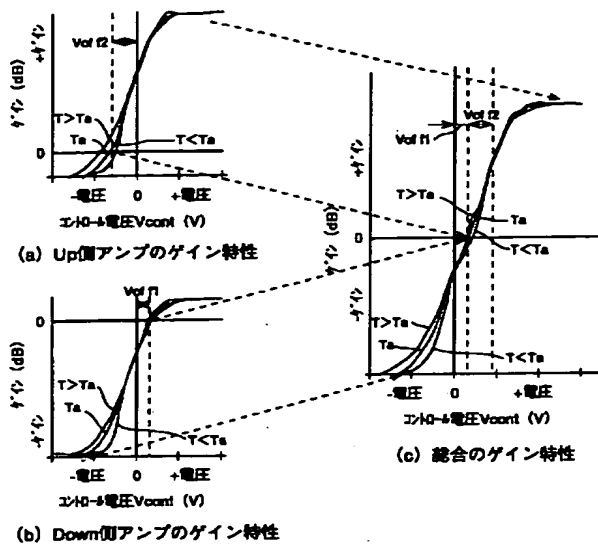
#### 20 【符号の説明】

11, 21U, 22U...Up側アンプ(ゲイン可変アンプ)、12, 21D, 22D...Down側アンプ(ゲイン可変アンプ)、13, 23, 33...コントロール電圧発生部、14, 15, 24, 24', 24-1, 24-2, 34, 35...オフセット電圧発生部、16, 23, 36...バイアス切り替えスイッチ部、31...Up側可変増幅部、32...Down側可変増幅部

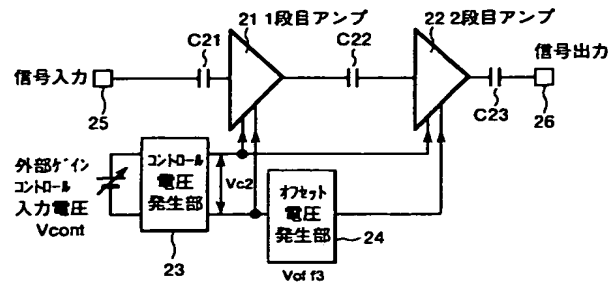
【図2】



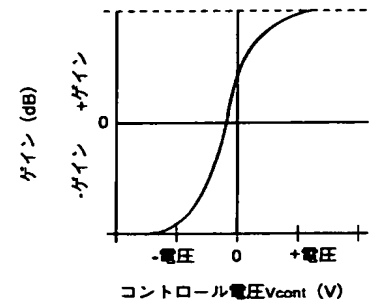
【図3】



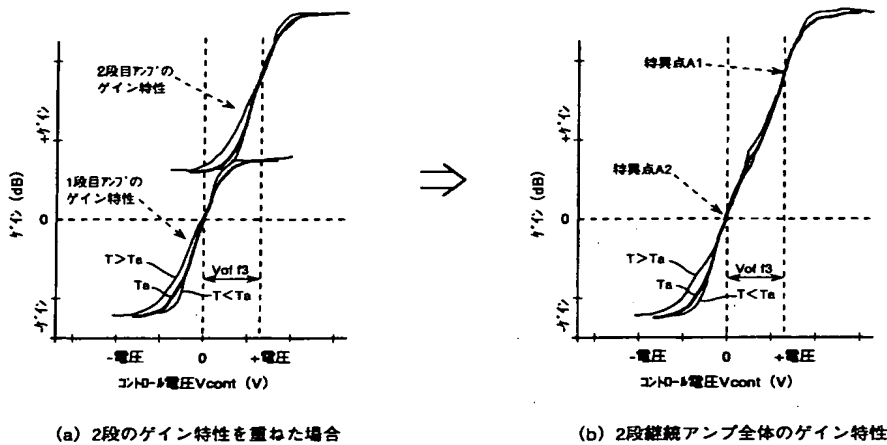
【図4】



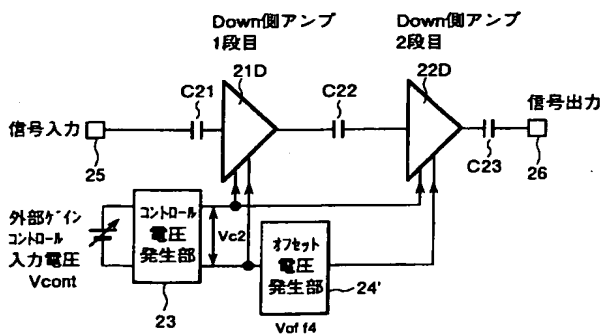
【図14】



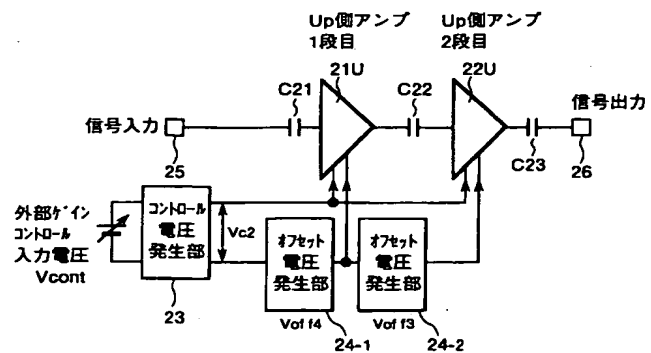
【図5】



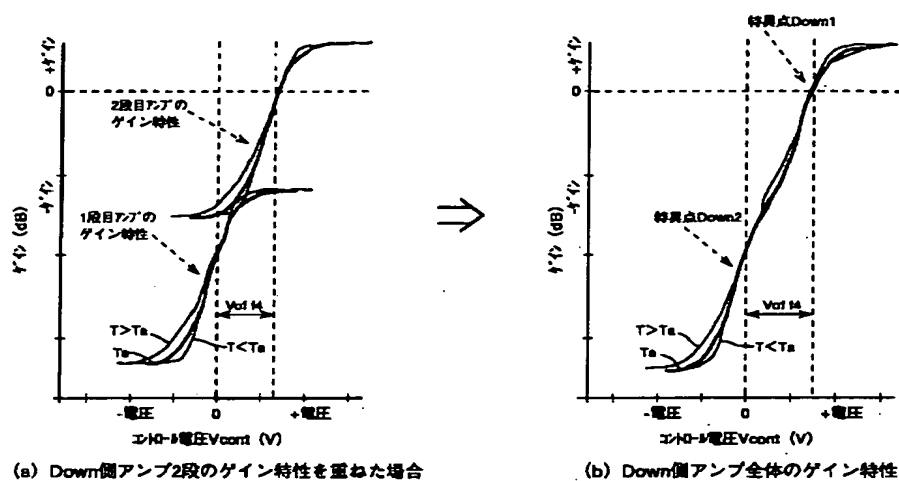
【図6】



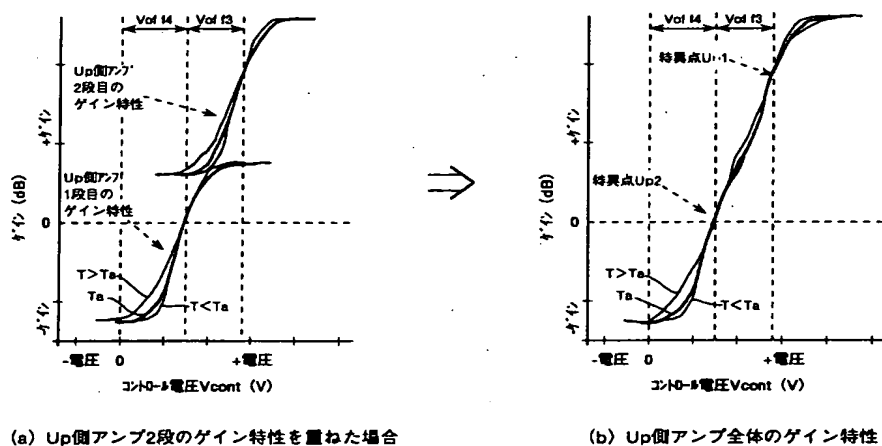
【図8】



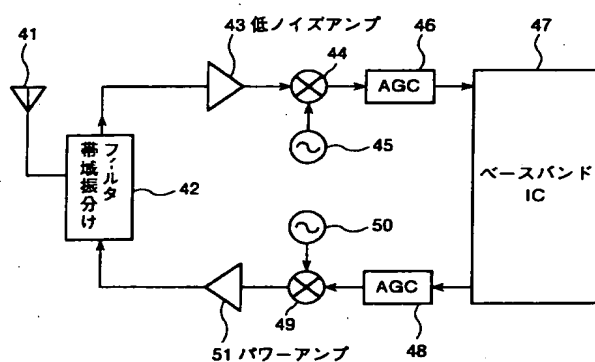
【図7】



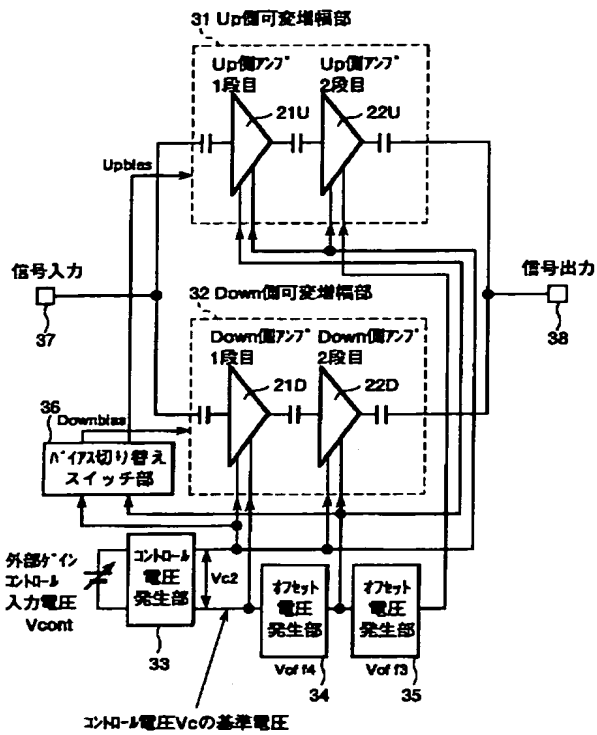
【図9】



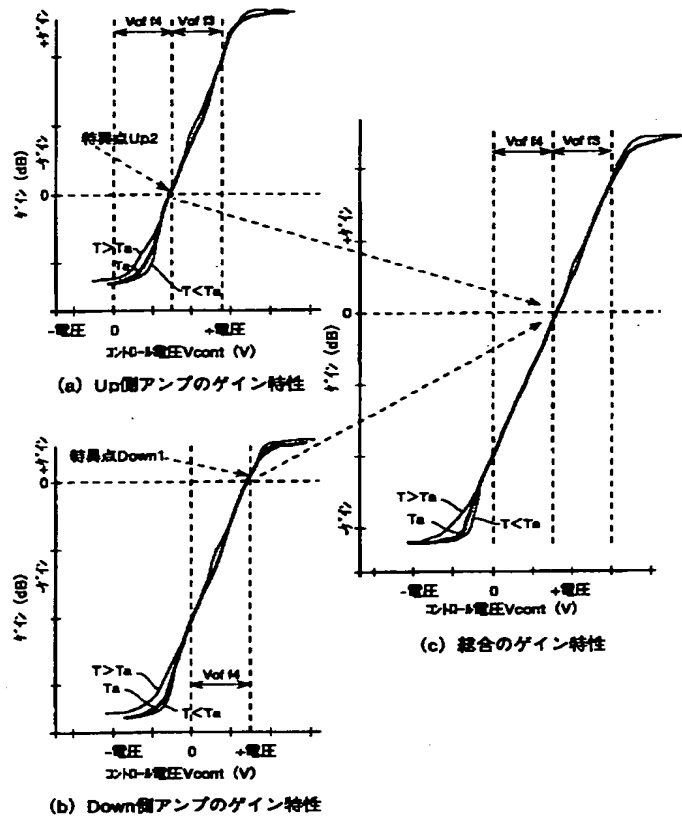
【図12】



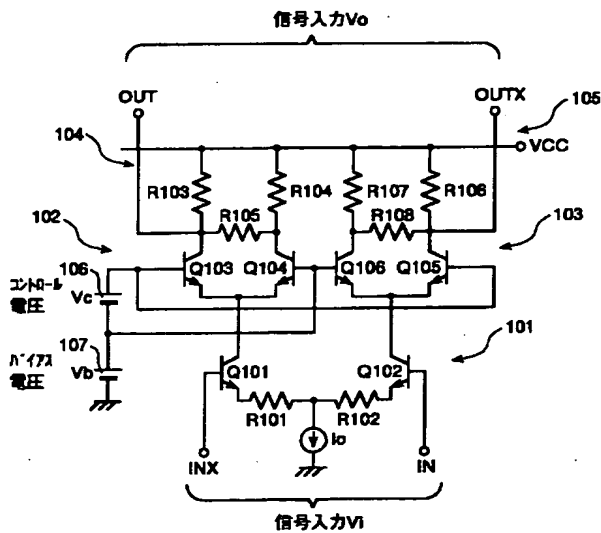
【図 10】



【図 1 1】



【图 13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5J091 AA01 AA41 CA13 CA35 CA41  
FA18 HA02 HA25 HA29 HA38  
KA02 KA05 KA41 SA13 TA01  
TA02  
5J100 AA01 AA15 BA01 BC01 CA00  
CA11 DA06 EA02 FA01 FA02